

[0005]

Figs.20(a)-(c) indicate HMD announced at "three dimensional image conference" on July 1995. HMD of fig.20(a) is provided with liquid crystal panel 101 at the top surface of the free form prism 112 having first and second reflection surfaces 113,114. The image displayed on the liquid crystal panel 101 is reflected by the first and second reflection surfaces 113,114 and incident on the eye 111. As indicated by fig.20(b), if the second reflection surface 114 is a half mirror, it becomes seen through so that the display image and outer view are spontaneously recognized. However, the flux 116 directs upward. Fig.20(c) indicates HMD resolving this disadvantage and combines the free form prism 112 with the second free form prism 117. As indicated by the flux 118a, flux 118b, HMD capable of being seen through is realized and reduction in size and weight is possible, so that it can be mounted over glasses, for example.

2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-185009

(43) 公開日 平成9年(1997)7月15日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 27/02			G 0 2 B 27/02	A
			5/32	
G 0 2 C 7/00			G 0 2 C 7/00	
G 0 2 F 1/13	5 0 5		G 0 2 F 1/13	5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平7-344030

(22) 出願日 平成7年(1995)12月28日

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72) 発明者 友野 孝夫

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクなかい富士ゼロックス株式会社内

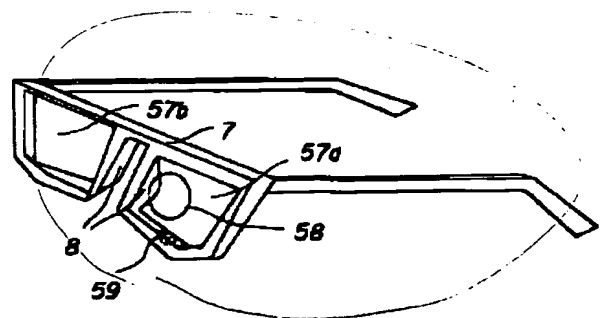
(74) 代理人 弁理士 平田 忠雄

(54) 【発明の名称】 メガネディスプレイ

(57) 【要約】

【課題】 眼より離れた位置に画像表示面があるので、ある程度の大きさの入射瞳が必要になり、そのために、小型化に限界が生じており、使用者に異物の装着感を与える。

【解決手段】 メガネレンズ57aの一部に液晶パネル59が設けられ、その表示画面より出射される光束がホログラム58によって受光される、人間はホログラム58によって外界と表示画面を同時に、あるいは選択的に何れか一方を視認することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 メガネレンズ、メガネフレーム等のメガネの所定の部分に設けられ、前記メガネレンズの所定の領域に向かって表示画像を出射する画像表示手段と、前記メガネレンズの前記所定の領域を通して外界と前記表示画像を視認させる光学手段を備えたことを特徴とするメガネディスプレイ。

【請求項 2】 メガネレンズ、メガネフレーム等のメガネの所定の部分に設けられ、前記メガネレンズの所定の領域に向かって表示画像を出射する画像表示手段と、前記メガネレンズの前記所定の領域を通して外界と前記表示画像を視認させる光学手段と、前記光学手段を制御して前記外界と前記表示画像を同時に視認させるシースルー機能、前記外界のみを視認させるメガネ機能、および前記表示画像のみを視認させるディスプレイ機能の 1 つを選択させる制御手段を備えたことを特徴とするメガネディスプレイ。

【請求項 3】 メガネレンズ、メガネフレーム等のメガネの所定の部分に設けられ、前記メガネレンズの所定の領域に向かって表示画像を出射する画像表示手段と、前記メガネレンズの前記所定の領域を通して外界と前記表示画像を視認させる光学手段と、前記メガネレンズ、前記メガネフレーム等の前記メガネの他の所定の部分に設けられ、内部音声の出力、あるいは外部音声の入力を行う音声手段を備えたことを特徴とするメガネディスプレイ。

【請求項 4】 前記画像表示手段は、液晶ディスプレイ、ELディスプレイ、プラズマディスプレイ、あるいはマイクロマシン技術によって作製されたマイクロ可動ミラーを用いたディスプレイであり、前記光学手段は、ホログラムである構成の請求項 1、2 あるいは 3 記載のメガネディスプレイ。

【請求項 5】 前記画像表示手段および前記光学手段は、保護膜によって被覆されている請求項 1、2 あるいは 3 記載のメガネディスプレイ。

【請求項 6】 前記制御手段の 1 つは、外界の視認を許可あるいは禁止するエレクトロクロミック素子である請求項 1、2 あるいは 3 記載のメガネディスプレイ。

【請求項 7】 前記制御手段の 1 つは、画像表示を許可あるいは禁止する電気光学素子である請求項 1、2 あるいは 3 記載のメガネディスプレイ。

【請求項 8】 前記画像表示手段は、画像信号によって変調された光を出射するレーザあるいは LED の光源と、前記光を偏向走査する偏向手段と、偏向走査された前記光を受けて画像を表示するスクリーンを含む構成の請求項 1、2 あるいは 3 記載のメガネディスプレイ。

【請求項 9】 前記画像表示手段は、画像信号によって変調された光を二次元的に出射するレーザあるいは LED の 2 次元アレイの光源である請求項 1、2 あるいは 3 記載のメガネディスプレイ。

【請求項 10】 前記メガネレンズは、外界光の反射を防ぐ反射防止膜を被覆されている構成の請求項 1、2 あるいは 3 記載のメガネディスプレイ。

【請求項 11】 前記メガネレンズは、電気光学効果に基づく焦点可変薄膜を被覆されている構成の請求項 1、2 あるいは 3 記載のメガネディスプレイ。

【請求項 12】 前記ホログラムは、銀塩写真乾板、ダイクロメートゼラチン、フォトレジスト、フォトリソマ、フォトクロミック、フォトダイクロミック、プラスチック、強誘電体、磁気光学材料、電気光学材料、非晶質半導体、フォトリフラクティブ材料から選択された材料によって形成される構成の請求項 4 記載のメガネディスプレイ。

【請求項 13】 前記ホログラムは、前記メガネレンズから取り外しができる構成の請求項 4 記載のメガネディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はメガネディスプレイに関し、特にメガネレンズを通して表示画像と外界を同時に視認することができるメガネディスプレイに関する。

【0002】

【従来の技術】人間が装着できる画像表示装置として、例えば、ヘッドマウンテッドディスプレイ (HMD) がある。図 19 は特開平 4-34512 号公報に記載されている従来の HMD を示している。この HMD はヘルメット 107 に取り付けられたケース 110 の中に収納された液晶パネル 101、バックライト用光源 103、凹レンズ 104a、および凸レンズ 104b を有し、ケース 110 にミラー 105 が固定されている。液晶パネル 101 は信号ライン 102 を介して CRT (図示せず) 等に接続されている。

【0003】以上の構成において、CRT から信号ライン 102 を介して画像データが液晶パネル 101 に供給されると、光源 103 からバックライトを受ける液晶パネル 101 の表示画像は凹レンズ 104a および凸レンズ 104b によって拡大された光束 108 となり、ミラー 105 で反射された後光束 106 となって眼 111 に入射する。従って、眼 111 は、例えば、前方 2m の位置に虚像 109 として液晶パネル 101 の表示画像を視認することができる。ミラー 105 をハーフミラーにすると、シースルーになって表示画像と外界を同時に視認することができる。

【0004】この種の HMD は、航空機用情報として高度、速度等を表示するものから個人用シアタとして映画、テレビゲーム等を表示するものがあり、例えば、「画像ラボ、No. 1, 60 (1995)」、「光技術コンタクト、Vol. 33, No. 1, 5 (1995)」、「光技術コンタクト、Vol. 33, No.

1, 25 (1995)」、米国特許第4, 902, 083号等に記載されている。特に米国特許第4, 902, 083号等に記載されているHMDは小型化を図ったもので軽量である。しかし、たいていの従来のHMDは2kg程度の重量を有し、携帯用としては都合が悪い。

【0005】図20(a)～(c)は1995年7月の「3次元画像コンファレンス」で発表されたHMDを示す。

図20(a)のHMDは、第1および第2の反射面113, 114を有する自由曲面プリズム112の頂面に液晶パネル101を設けたものであり、液晶パネル101に表示された画像は第1および第2の反射面113, 114を反射して眼111に入射する。図20(b)に示すように、自由曲面プリズム112の第2の反射面114をハーフミラーにすると、シースルーになって表示画像と外界を同時に視認することができる。しかし、光束116は上方を向いてしまう。図20(c)はこの不都合を解消したHMDを示しており、図20(a), (b)に示した自由曲面プリズム112に第2の自由曲面プリズム117を組み合わせている。光束118a, 118bによって示されるように、シースルーのHMDを実現することができ、軽量化および小型化が可能になり、例えば、眼鏡の上からでも装着することもできる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来のHMDによると、何れも眼より離れた位置に画像表示面があるので、ある程度の大きさの入射瞳が必要になり、そのために、小型化に限界が生じており、異物の装着感を払拭することができない。

【0007】従って、本発明の目的は装着感を全く与えない程度に小型化されたメガメディスプレイを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の目的を実現するため、メガネレンズ、メガネフレーム等のメガネの所定の部分に設けられ、メガネレンズに向かって表示画像を出射する画像表示手段と、前記メガネレンズを通して前記表示画像と外界を同時に視認するシースルー手段を備えたことを特徴とするメガネディスプレイを提供する。

【0009】

【発明を実施する形態】図1は本発明の第1の実施の形態におけるメガネディスプレイを示し、パット8を有するメガネフレーム7にメガネガラス57aが嵌められており、メガネガラス57aには画像情報源としての液晶パネル59と、液晶パネル59に表示された画像を受けてメガネを装着する人間にその画像を視認させるシースルー手段としてのホログラム58が設けられている。液晶パネル59は背面よりバックライトによって照射されているが、図示省略する。画像情報源としては他にELディスプレイ、プラズマディスプレイまたはマイクロ

マシン技術によって作製されたマイクロ可動カラーを用いたディスプレイが考えられる。また、レーザをAO偏向器によってビームを偏向させたレーザディスプレイなどが有望である。また、ホログラム58と外界の間には、図示されていないが、エレクトロクロミックを示す WO_3 、 Al_2O_3 、 CrO_3 、 Ta_2O_5 、 ZrO_2 等が誘電体薄膜、あるいは固体電解質状態で設けられており、この膜が透明電極（図示せず）でサンドイッチされている。このエレクトロクロミック素子は電圧を印加することにより透明から色を持つようになる。液晶パネル59とホログラム58はメガネガラス57bにも設けられているが、図示上省略されている。また、メガネフレーム7の適切な位置に装着者の音声を入力し、また、録音された音声を入力する音声入出力装置が設けられている。

【0010】図2は図1に示したメガネディスプレイを詳細に示しており、液晶パネル59からの表示画像の光束はX軸から $\theta_0 = 13$ 度（Z軸から 103 度）に進んだ後、ホログラム58で+Z軸方向に曲げられ、眼に入射されるが、この時、-Z方向の所定の位置に表示画像の虚像を結像することができる。前述したように、メガネレンズ57a内の液晶パネル59の中心部からホログラム58の中心部までの方向とX軸とのなす角度 θ_0 は 13 度と仮定する。図示したように、 $l_1 + l_2 = 25$ mmとすると、液晶パネル59の中心とX軸との距離 l_4 は 5.8 mmとなる。図中の数値関係より、 θ_1 、 θ_2 はそれぞれ 10.9 度、 16.2 度となる。これより、開口角 α は 5.3 度となる。液晶パネル59の中心からホログラム58の中心までの距離は 25.7 mm、液晶パネル59の大きさは、後述するように、 4 mm角であるので面角 ϕ は約 9 度となる。従って、ホログラム58がレンズ機能を持つ場合、近軸光線の取り扱いができる。

【0011】図3はホログラム58の作製方法を示し、写真乾板26上に収束波と発散波を用いて形成する。レーザ15から出射されたビームはミラー16で折り曲げられた後、ハーフミラー17で2つのビームに分けられる。1つのビーム18はミラー19で折り曲げられたあと、拡大レンズ20で発散波に変換される。ホログラムの開口の大きさまでビーム径が拡大された後、コリメータレンズ21を通して平面波に変換される。ビーム18はZ軸上に進み、乾板26の直前でレンズ22によって、収束波に変換される。収束波の焦点距離は 25 mmとする。また、もう一方のビーム23はミラー24で折り曲げられた後、X軸から 13 度方向に進むようになる。そして、ビーム23はレンズ25を通して発散波に変換される。発散波の焦点距離は 25 mmとする。そして、ビーム18とビーム23は乾板26上で干渉縞を形成する。乾板26上に形成された干渉縞は現像工程を経てホログラムを記録する。このホログラムに対して発散

波の焦点距離の位置に画像情報源を置き、眼とメガネの間隔もその焦点距離（収束波の焦点距離と同じ）もしくはそれ以下に設定すると、拡大鏡と同様の機能を持たせる事ができる。従って、画像情報源から出てきた光束はホログラムを通して1次回折光のみが眼の方向に導かれ、-Z軸方向の明視の距離（=-250mm）に表示画像の虚像を見ることができる。ここでは、収束波と発散波でホログラムを作製する方法を述べたが、平面波と発散波でも作製することができる。

【0012】図4は図3で説明したホログラムの作製方法をメガネレンズ57aに適用したものであり、メガネレンズ57aは図3の乾板26の位置に感光材料52を被覆されており、感光材料52上に図1および図2のホログラム58が形成される。

【0013】図5はホログラム58を保護するために透明な保護膜56をホログラム58およびメガネレンズ57a上に形成したものであり、この後、液晶パネル59をメガネレンズ57aに端面に密着させてからメガネフレーム7に組み込まれる。このとき、液晶パネル59とメガネレンズ57aの端面に所定の屈折率の液体を満たしても良い。このようにすれば、液晶パネル59から出射される表示画像の光束はメガネレンズ57aの端面の影響を受けずにホログラム58に到達することができる。

【0014】図6は外界の視認性とホログラム58の干渉縞の格子間隔の関係を検討するものである。

【0015】記録媒体が体積ホログラムを形成する場合、干渉縞面と直角に計った干渉縞の間隔dと空間周波数f、は

【数1】

$$d = \left| \frac{\lambda}{2 \sin \left(\frac{\theta_a - \theta_o}{2} \right)} \right| = \frac{1}{f}$$

$$d_a = \left| \frac{\lambda}{2 \sin^2 \left(\frac{\theta_a - \theta_o}{2} \right)} \right|$$

となる。

【0016】また、波長が632.8nmのHe-Neレーザを用いると、図6のように座標系を設定した場合、 $\theta_R = 103^\circ$ 、 $\sin \theta_o = 0^\circ$ となる。その結果、x方向の d_R は0.539 μ m、空間周波数fは24241line/mmとなる。

【0017】以上より、人間はメガネ上の干渉縞を見分けるほどの分解能をもっていないので、外界の画像情報を十分に視認することができる。また、ホログラム58を記録するのに必要な感光材料52の解像度は25001line/mm以上が望ましい。この記録時に使用される光源は高いコヒーレンズ性が要求されるのでレーザー

が望ましいが、必ずしも干渉光である必要はなく、単色性のある光源、例えば、水銀ランプ、キセノンランプなどの輝線を用いてもよい。また、使用されるホログラムを記録する感光材料として銀塩写真乾板がある。その他、ダイクロメートゼラチン、フォトレジスト材料、フォトリソマー、フォトリソミック材料、フォトリソミック材料、サーモプラスチックなどのプラスチック材料、強誘電体材料、磁気光学材料、電気光学材料、非晶質半導体、フォトリソグラフィック材料、等を用いることができる。また、ホログラムの記録は静的でなくても動的であつてもよい。すなわち、電気光学効果によって、あらかじめCGH（コンピュータで作製したホログラム干渉縞）をもとに作製された電極パターンに電圧を印加することにより、屈折率パターンを形成してもよい。

【0018】以上はシースルー機能のメガネディスプレイの場合について述べた。一方、このメガネディスプレイで外界のみを観察する場合について述べる。電源を切ると液晶パネル59からの特定波長による表示画像の出射は停止する。このため、液晶パネル59のスクリーンに着色していても、出射光は0次回折の方向を向くため、眼では外界の情報のみ認識することになる。

【0019】その反対に、表示画像のみを見る場合、ホログラム58と外界との間に設けられているエレクトロクロミックの膜にサンドイッチした透明電極で電圧を印加することにより、その膜を黒などの濃い色に着色する。駆動電圧は3Vであり、電源はメガネに内蔵される。

【0020】次に、発明者が本発明を完成させるまでに行った検討およびその結果を詳細に説明する。

【0021】図7は、人間が15インチのワークステーションもしくはコンピュータのディスプレイ1をメガネレンズ57aを通して見ている状態を示している。例えば、解像度は1024×1280spotとすると、縦横の比（x、y）は4：5である。人間の瞳2からディスプレイ1までの距離dを60cmとする。人間の瞳孔径は2～8mmである。ディスプレイ1のサイズを15インチ（対角37.5cm）とすると、縦は23.4cm、横は29.3cmとなる。人間の瞳孔径を5mmと仮定すると、xの方向の面角 ϕ は約23度で、y方向の面角 θ は約27度である。

【0022】図8は眼球4の回転中心4Aとメガネ57aとの関係を示す。眼球4の回転中心4Aと瞳2との距離 d_1 は10～20mmの範囲内に存在する。人間がメガネを掛けている時、人間の瞳2からメガネレンズ57aまでの距離 d_2 は8～22mmの範囲内に存在する。従って、 $d_3 = d_1 + d_2 = 18 \sim 42$ mmとなる。ここで、人間の瞳2からメガネレンズ57aまでの距離 d_2 は約15mmと仮定する。人間がワークステーションを見るときに面角 ϕ 、 θ が一定であると仮定すると、メガネレンズ57a上に映されたディスプレイ1A（図

7) のサイズは縦が約11mmで、横が約12mmとなる。このように、ワークステーションのディスプレイ1はメガネレンズ57aでは1cm角程度の領域1Aに収まってしまふ。メガネレンズ57aの領域1Aに画像情報源としてのディスプレイ1が納まっていれば、表示画像を視認するための入射瞳2は小さくてすむ。また、メガネを装着しても、意識せずに自然に携帯することができる。

【0023】図9は図1に対応するメガネを示す。メガネはメガネレンズ57a、57b、フレーム7、パット8等から成り立つ。図10は図2に対応するメガネレンズ57aを示す。光軸をZ軸、垂直方向をX軸とする。例えば、水平面(Z軸)とメガネレンズ57aの上部までの距離16は約20mmとする。また、同様に下部までの距離15は25mmとする。メガネレンズ57aの前面における曲率半径rはOstwalt型を採用すると87.2mmである。これより、下部におけるX軸とメガネレンズ57aとの距離17は3.7mmとなる。ホログラム58の開口が10mm(半径5mmの円)、ホログラム58の中心から液晶パネル59の中心までの距離18を25mm、液晶パネル59のサイズは4mm×4mm、レンズ57aの厚さを5mmとすると、X軸と液晶パネル59の中心からホログラム58の中心の方向とのなす角度θを12.8度に設定すると、メガネレンズ57a内に、液晶パネル59を組み込むことができる。

【0024】一方、ホログラム58の中心と液晶パネル59の中心を結ぶ直線と、X軸とのなす角度を12.8度以上に設定したい時はパット8に液晶パネル59を組み込めば良い。いずれの場合も、液晶パネル59からの光束は、ホログラム58にレンズ機能をもたせた場合、0次回折光はX軸から13度の方向に進むが、1次回折光はホログラム58の干渉縞の影響で折れ曲がり、+Z

$$\Gamma = \frac{\tan \omega'}{\tan \omega} = \frac{y' D}{y D} = \frac{D(f' - s')}{f'(e - s')} = \frac{D}{f'} \frac{\frac{f'}{s'} - 1}{\frac{e}{s'} - 1}$$

となる。例えば、眼4を緊張せずに自然の状態を観察する。レンズ30から眼4迄の距離はほぼ像側焦点F'とする。眼4の屈折力は無限遠に調節されるから、 $D' = -\infty$ 、 $s' = -\infty$ 、および $D = 250\text{mm}$ を角倍率 Γ の式に代入すると、

【数6】

$$\Gamma = \frac{250}{f'}$$

となる。このとき、 $s = -f'$ となるから、物体32は凸レンズ30の前側焦点Fの位置にある場合に相当する。例えば、 $f = 25\text{mm}$ ($=f'$)とすると、角倍率

方向に進み、視認可能なZ軸方向に虚像を確認することができる。

【0025】図11は拡大鏡(ルーペ)の原理を示す。拡大鏡(ルーペ)は焦点距離fの凸レンズ30を用い、その前側焦点Fよりレンズ側にある小さな物体32の拡大正立虚像33を眼4で観察する。物体側焦点Fの距離、および像側焦点F'の距離をf、f'、レンズ30から物体32および像33までの距離をs、s'、物体32および像33の高さをy、y'、レンズ30および像33から眼4までの距離をe、D'($=e-s'$)とする。この光学系の近軸結像関係は以下の式で表される。

【数2】

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$$

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$$

さて、像33の視角を ω' とすると、

【数3】

$$\tan \omega' = \frac{y'}{D'} = \frac{y'}{f' - s'}$$

となる。一方、この物体32をルーペを使わずに、直接明視の距離D($=250\text{mm}$)で観察するときの視角を ω とすると、

【数4】

$$\tan \omega = \frac{y}{D}$$

の関係があるので、角倍率 Γ は

【数5】

$$\Gamma = \frac{f'}{s'}$$

Γ は10倍となる。この倍率は直ちに縦倍率に換算しても意味がない。この10倍は明視の距離で1mmしか区別がつかなかったのが、0.1mmまで区別が可能になったこと、すなわち、分解能が10倍になったことを意味する。また、凸レンズ30から眼4までの距離がほぼ像側焦点F'以下であっても、眼4の屈折力の調節力により、虚像33を同様に観察することができる。

【0026】眼の認識できる空間周波数fは輝度、瞳孔径などに依存する。眼を細めたり、焦点を遠くしたり、瞳孔径を大きくすると、認識できる空間周波数は大になる。光学技術ハンドブック(朝倉書店、久保田広ほか編集、744ページ)によると、「眼の認識できる空間周

波数 f は 15 本/mm のところにピークがある。」と記述されている。また、光学（サイエンスライブラリ物理学=9、村田和美書、サイエンス社、211 ページ）によると、「視覚を含めた MTF は 0.05 本/分の付近に最大値を持つ帯域透過型のフィルター特性を示し、その遮断周波数はおよそ 1 本/分となっている。」と記述されている。これより計算される明視の距離 (250 mm) における遮断周波数 f は 14 本/mm である。従って、人間が見分けることのできる限界の間隔は $67 \mu\text{m}$ となる。

【0027】ここで、人間が見分ける事ができる限界のドットを 14 spot/mm とする。角倍率は 10 倍であることより、ルーペによって認識できるドットは 140 spot/mm となる。もし、ディスプレイが VGA 規格 (spot は 640×480) であるならば、ディスプレイの大きさ、例えば、前述した液晶パネル 59 は $4.6 \text{ mm} \times 3.4 \text{ mm}$ となる。この時スポットは $7 \mu\text{m}$ 程度となり、この程度の解像度が必要ならば、レーザを走査させて 2 次元画像を表示すればよい。

【0028】図 12(a) は 1 つの点をホログラムに記録する場合の波面の様子を示す。ホログラム 58 は物体により反射された光の波面と参照光 36 と呼ばれる平面波 (または点光源からの光) の間に生じた干渉縞を記録した写真である。物点 35 から出た光は同心円状の波面であり、ホログラム 58 面上で斜め上方から加えた平面波の参照光 36 と干渉して干渉縞を作る。

【0029】図 12(b) は再生を示す。ホログラム 58 に記録時の参照光 36 と同じ平面波の参照光 38 を照明する。光の回折される角度は記録されている干渉縞の間隔で決まる。これらの回折された光線の方角を調べてみると、丁度記録時の物点 35 に相当する位置 39 からあたかも光が出ているように見える。通常の被写体のように面積のある物体でも物点に分解して考えれば同様に 3 次元的に再生される。このような結像作用を用いてホログラム 58 をレンズとして用いる事もできる。

【0030】図 13(a)、(b) もホログラム 58 の作製と再生を示す。図 13(a) において、物体光波面として点光源 40a より発散球面波面 40、および参照光として 1 点 41a に収束する球面波面 41 を用いてホログラム 58 を作製する。図 13(b) において、物体点光源 43a の近傍に物体 43 を置き、単色光 44 でこの物体 43 を照明すると、参照光源 45a の近傍にこの物体 43 の実像 45 が形成される。この時の結像関係は発散波収束波の中心とホログラムの中心を結ぶ偏心光学系の幾何光学と同等に扱える。

【0031】図 14 は本発明の第 2 の実施の形態におけるメガネディスプレイを示す。このメガネディスプレイは、第 1 の実施の形態のメガネディスプレイがメガネレンズ 57a、57b に液晶パネル 59 が取り付けられたのに対し、メガネフレーム 7 のパット 8 に液晶パネル 5

9 が埋め込まれている構成において相違しており、他の構成は共通している。ホログラム 58 および液晶パネル 59 は、図示しない保護膜で被覆されている。

【0032】図 15 はホログラム 58 の作製方法を示し、図 4 と共通するので重複する説明は省略する。ただし、メガネレンズ 57a に対する感光材料 52 の塗布面が反射側になっている。

【0033】図 16 は本発明の第 3 の実施の形態におけるメガネディスプレイを示す。このメガネディスプレイはメガネレンズ 57a に装着されたレーザ光源 73、音響光学 (AO) 素子を利用した偏向器 72、メガネレンズ 57a の一面を利用した反射ミラー 75、レーザビームを受けて画像表示する蛍光スクリーン (もしくは単なるスクリーン) 74、およびホログラム 58 より構成されている。これらの素子はもう一方のメガネレンズ (図示せず) にも同じように装着されても良い。レーザ光源 73 より蛍光スクリーン 74 までの光路長は約 12 cm であり、偏向器 72 として TeO_2 を用いると、2 度の偏向角が得られ、解像点数が 1600 本となる。偏向器 72 を 2 次元的にすると、蛍光スクリーン 74 は $41 \text{ mm} \times 41 \text{ mm}$ のサイズとなり、解像度は 1600×1600 となる。

【0034】以上の構成において、レーザ光源 73 より画像信号に応じて変調されたレーザビームを出射すると、レーザビームは偏向器 72 に印加される制御電圧に応じて発生する音響エネルギーによって偏向され、反射ミラー 75 によって反射されて蛍光スクリーン 74 を走査する。これによって蛍光スクリーン 74 に画像が表示される。蛍光スクリーン 74 の表示画像の光束はホログラム 58 に受光され、第 1 および第 2 の実施の形態で述べたように、メガネディスプレイを装着する人間の眼によって視認される。1 つの結果によると、SUN のワークステーションと同じ程度の SVGA 仕様の画像表示を得ることができる。

【0035】図 17(a) ~ (c) は本発明の第 4 の実施の形態におけるメガネディスプレイを示す。(a) はホログラム 58 を内蔵した透明のアタッチメント 75 を示し、これを (b) に示す使用中の度つきメガネレンズ 57a に取り付けると、(c) に示すように、ホログラム 58 を有したメガネレンズ 57a が得られる。これを液晶ディスプレイ等の画像情報源を有したメガネフレーム (図示せず) に取り付けると、これまで説明したようなメガネディスプレイを得ることができる。

【0036】図 18 は本発明の第 5 の実施の形態におけるメガネディスプレイを示し、図 16 と共通する部分には共通の引用数字を付したので重複する説明は省略するが、焦点可変レンズ 82 を有する構成において相違する。焦点可変レンズ 82 はメガネレンズ 57a に電気光学 (EO) 効果を有する薄膜 (図示せず) を形成し、その薄膜上に同心円に並んだ透明電極 82a を形成して構

10

20

30

40

50

成される。同心円に並んだ透明電極82aに選択的に電圧を印加すると、EO効果を用いた焦点可変効果が得られる。従って、メガネ加工が不要な近眼鏡、老眼鏡を兼ねたメガネディスプレイを提供できる。

【0037】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明のメガネディスプレイによると、各構成ユニットを小型化したので、メガネに内蔵することができる。従って、使用者は異物の装着感を有しないで使用することができる。用途としては、例えば、コンピュータのディスプレイ、プロンプタ、車両用、航空機用のヘッドアップディスプレイ、ヘッドマウンテッドディスプレイとして使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す説明図

【図2】図1の部分拡大図

【図3】ホログラムの一般的な作製方法を示す説明図

【図4】本発明の第1の実施の形態におけるホログラムを作製する方法を示す説明図

【図5】本発明の第1の実施の形態における変形例を示す説明図

【図6】外界の視認性とホログラムの干渉縞の格子間隔の関係を示す説明図

【図7】人間がディスプレイを見たときの画角を示す説明図

【図8】メガネと眼球との関係を示す説明図

【図9】図1との対応においてメガネを示す説明図

【図10】図2との対応においてメガネレンズを示す説明図

【図11】拡大鏡（ルーペ）の原理を示す説明図

【図12】(a) 1つの点をホログラムに記録する場合の波面の様子を示す説明図

(b) ホログラムにおける再生を示す説明図

【図13】(a) ホログラムの作製を示す説明図

(b) ホログラムにおける再生を示す説明図

【図14】本発明の第2の実施の形態を示す説明図

【図15】本発明の第2の実施の形態におけるホログラムを作製する方法を示す説明図

【図16】本発明の第3の実施の形態を示す説明図

【図17】(a) 本発明の第4の実施の形態におけるホログラムを示す説明図

(b) 本発明の第4の実施の形態におけるメガネレンズを示す説明図

(c) 本発明の第4の実施の形態を示す説明図

【図18】本発明の第5の実施の形態を示す説明図

【図19】従来のHMDを示す説明図

【図20】(a) 従来の閉塞型HMDを示す説明図

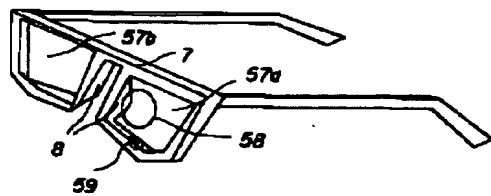
(b) 従来のシースルー型HMDを示す説明図

(c) 従来のシースルー型HMDを示す説明図

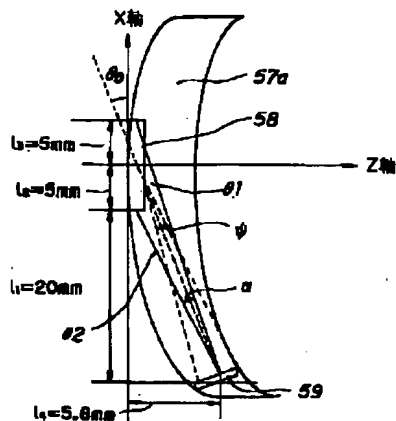
【符号の説明】

1,	ディスプレイ	2,
瞳		7,
4,	眼球	
	メガネフレーム	
8,	パット	15,
	レーザ	
16, 19, 24,	ミラー	17,
10	ハーフミラー	
18, 23,	ビーム	20, 2
2, 25,	レンズ	
21,	コリメータレンズ	26,
	乾板	
30,	凸レンズ	32,
	物体	
33,	正立虚像	35,
	物点	
36, 38,	参照光	40,
20	発散球面波面	
40a,	点光源	41,
	球面波面	
43,	物体	44,
	単色光	
45,	実像	45a,
	参照光源	
56,	保護膜	57a,
57b,	メガネレンズ	
58,	ホログラム	59,
30	液晶パネル	
72,	偏向器	73,
	レーザ光源	
74,	蛍光スクリーン	75,
	反射ミラー	
82,	焦点可変レンズ	82a,
	透明電極	
101,	液晶パネル	102,
	信号ライン	
103,	バックライト用光源	104
a,	凹レンズ	
104b,	凸レンズ	105,
	ミラー	
106, 108, 116,	光束	109,
	虚像	
110,	ケース	112
117,	自由曲面プリズム	
113, 114,	反射面	11
8a, 118b,	光束	

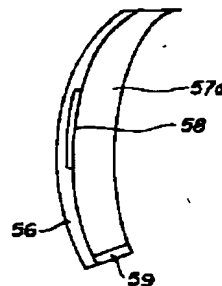
【図1】



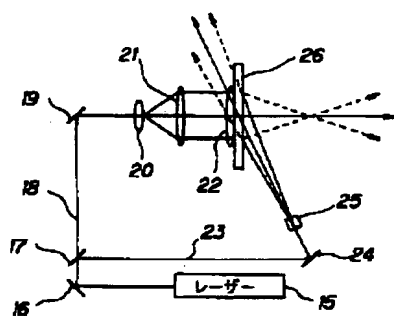
【図2】



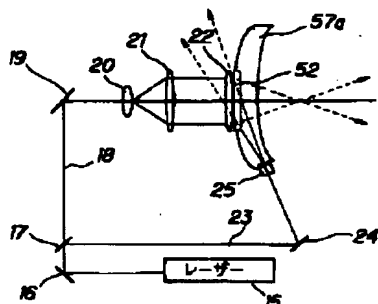
【図5】



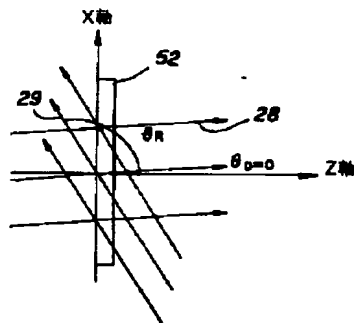
【図3】



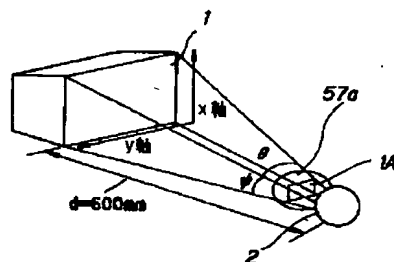
【図4】



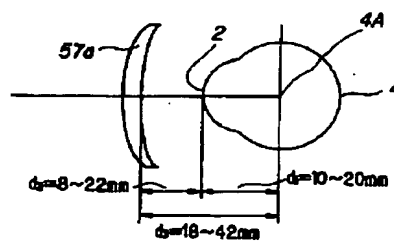
【図6】



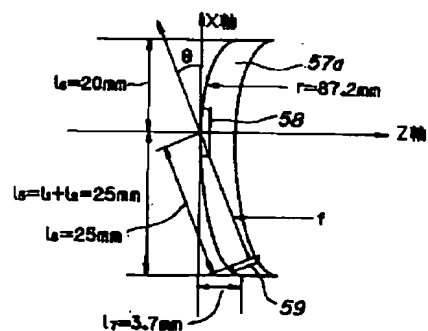
【図7】



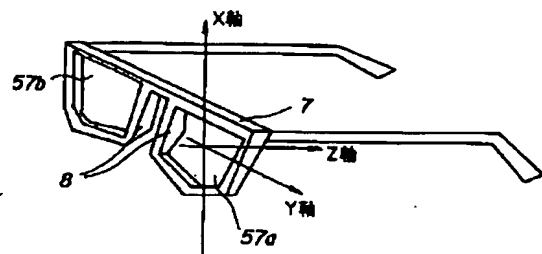
【図8】



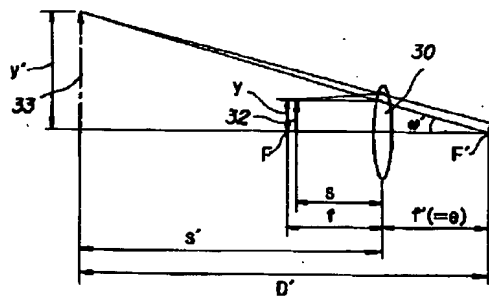
【図10】



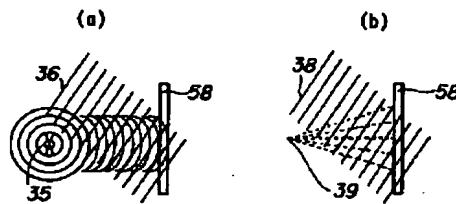
【図9】



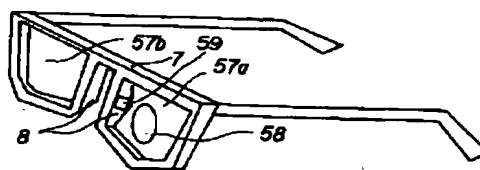
【図11】



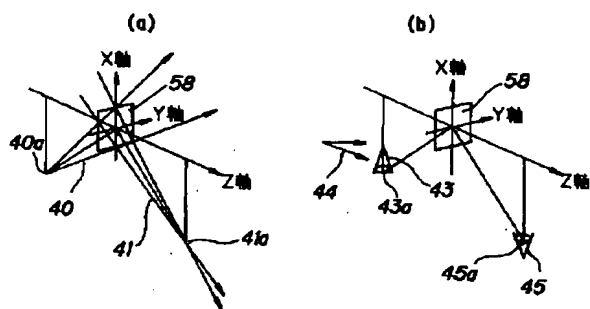
【図12】



【図14】



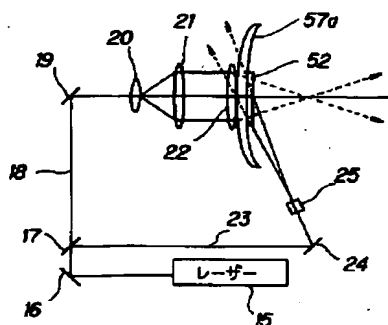
【図13】



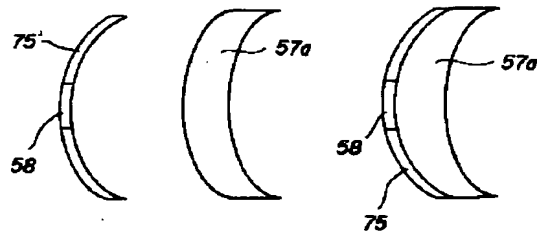
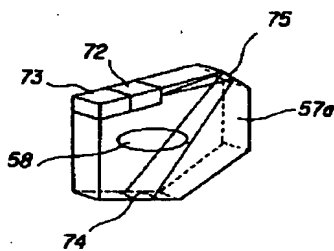
【図17】

(a) (b) (c)

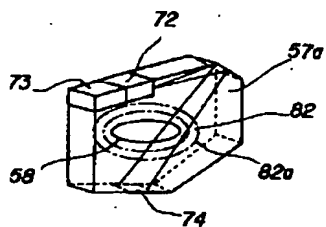
【図15】



【図16】



【図18】



【図19】

